

تعریف آلودگی هوا

وجود یک یا چند آلوده کننده در هوای آزاد به آن مقدار، مدت و ویژگی ها که برای زندگی انسان، گیاه و یا حیوانات خطرناک بوده و برای اشیاء و متعلقات زندگی مضر باشد و یا بطور غیر قابل قبولی مخل استفاده راحت از اموال گردد.

آلودگی هوا براساس آخرین گزارش بار بیماری ها چهارمین عامل خطر مرگ در جهان و مهم ترین تهدید محیط زیستی برای سلامت انسان است. براساس آخرین گزارش سازمان جهانی بهداشت آلودگی هوای آزاد و هوای داخل سالیانه منجر به بیش از ۷ میلیون مرگ زودرس در جهان می گردد (از هر ۹ مرگ یک مرگ منتسب به آلودگی هوا می باشد.

طبق آمار و اطلاعات سازمان بهداشت جهانی در حال حاضر ۹۹ درصد از جمعیت جهان در کشورهای زندگی می کنند که در آن سطح آلودگی هوا (غلظت سالیانه ذرات معلق PM2.5 بالاتر از رهنمود سازمان جهانی بهداشت (۵ میکروگرم در متر مکعب) است

منابع آلودگی

طبیعی

مصنوعی

حمل و نقل

صنعتی

خانگی

منابع طبیعی:

۱. طوفانهای گردوغبار:

طوفان های گرد و غبار به علت حرکت باد در اطراف زمین تشکیل می شود و در بعضی از مناطق فرآیندهای جوی جهانی سبب آلودگی محیط به گردوغبار می گردد.

۲. آتش سوزی جنگلها:

مقادیر عظیمی از دود(ذرات کربن) در هنگام آتش سوزی جنگلها به هوا منتشر می شود.

۳. اسپری دریا(Sea Spary):

اسپری دریا، یک پدیده دائمی است که منبع اصلی انتشار ذرات معلق (قطرات مایع) در اتمسفر می باشد.

۳. آتشفشان ها:

آتشفشان ها(فوران گدازه از هسته زمین)مقادیر زیادی ذرات جامد و گازهائی مانند دی اکسید گوگرد و اشعه به بیرون پرتاب می نمایند.انرژی گرمائی ممکن است به چند کیلومتر دورتر پخش شود. مناطق اطراف بشدت تحت تاثیر آلودگی گرمائی و گردوغبار زیاد قرار گیرند.

۴.گرده گیاهان:

در فصل بهار مقادیر زیادی از گرده گیاهان تولید می شود که در اثر حرکت باد بطور خیلی سریع در هوا پخش می گردند و سبب افزایش میزان گردوغبار و آلودگی اتمسفر می شوند.

منابع مصنوعی:

۱. آلودگی خانگی:

آلودگی خانگی در اثر فعالیت های خانگی یا نظافت منازل یا استفاده از حشره کشها جهت نظافت و نگهداری منازل ایجاد می شود. اگرچه مقدار این آلودگی در مقایسه با منابع دیگر زیاد نیست اما همین مقدار به تغییر کیفیت محیط شهری کمک می کنند. روش های صحیح نگهداری منازل به کاهش آلودگی کمک خواهد نمود.

۲. آلودگی صنعتی:

آلودگی ناشی از صنایع منبع اصلی آلودگی است که در اثر فعالیت های مصنوعی ایجاد می شود. نیروگاه های حرارتی، کارخانه های مواد شیمیائی، سیمان سازی، کاغذ سازی، نساجی و..... منابع اصلی آلودگی هوا هستند.



۳. آلودگی ترافیک (حمل و نقل):

آلودگی ناشی از حمل و نقل بعلت شهرسازی بی رویه و سریع به اندازه آلودگی صنعتی مهم و از اهمیت برخوردار است. آلودگی ناشی از حمل و نقل وسایل نقلیه به شکل گازهای خروجی از اگزوز، ذرات معلق، صدا و غیره می باشد.

این آلودگی با اتخاذ روش های برنامه ریزی کشوری، منطقه ای، شهری و استفاده از اتومبیلها و سوختهای مناسب همراه با اعمال تکنولوژی کنترل آلودگی به حداقل می رسد.



عوامل موثر بر آلودگی هوا:

عواملی که بر آلودگی هوا تاثیر میگذارند به شرح ذیل می باشند.

۱. خصوصیات هواشناسی (Meteorological Characteristics):

پارامترهای جوی مانند اندازه و جهت باد، میزانهای افت اتمسفری (Lapse Rates)، رطوبت نسبی و... یک منطقه آلودگی هوا را تحت تاثیر قرار می دهند. باد با حرکت افقی آلاینده ها را حمل و جابه جا خواهد کرد.

غلظت آلاینده ها در سطح زمین اساسا به اندازه و جهت باد و میزان افت بستگی دارد. تغییر درجه حرارت هوا با افزایش ارتفاع سبب حرکت نسبتا سریع آلاینده ها می گردد.



۲. شکل توپوگرافی:

ناهمواری موجود در زمین و موانعی مانند کوه ها و غیره بر انتشار آلاینده ها اثر می گذارد. بسته به شرایط محلی و مکانی توپوگرافی ممکن است مفید یا زیان آور باشد.

۳. خصوصیات آلاینده ها:

اهمیت مسائل آلودگی هوا به نوع و اندازه آلاینده به جامد یا مایع یا گاز بودن آن بستگی دارد. هم چنین بستگی به انرژی یا صدا یا گرما یا رادیواکتیویته یا ترکیبی از این عوامل دارد. واکنش بین آلاینده ها در اتمسفر بسته به خصوصیات آلاینده ها ممکن است مقدار آلاینده در اتمسفر را افزایش یا کاهش دهد.

طبقه بندی آلاینده های هوا

براساس منشا آلاینده ها:

۱. آلاینده های اولیه: آلاینده های اولیه، آن دسته از آلاینده هائی می باشند که مستقیماً از منابع وارد اتمسفر می شوند مثل آزاد شدن دی اکسید گوگرد توسط احتراق ذغال.

۲. آلاینده های ثانویه: آلاینده هائی هستند که در اثر واکنش دو یا چند آلاینده با یکدیگر یا در اثر واکنش آلاینده های اولیه با اجزاء طبیعی اتمسفر همراه با واکنش یا بدون واکنش های نوری تشکیل می شوند، مثل ازن:



آلاینده های اولیه اصلی شامل: ذرات ریز، دی اکسید سولفور ، دی اکسید نیتروژن ، ترکیبات آلی فرار و سبک (VOCs) ، دی اکسید کربن و سرب می باشند.
اسید سولفوریک اتمسفر یکی از نمونه های آلاینده های ثانویه می باشد.

مه دود فتوشیمیائی:

ترکیب مهلک و مضر گازها در اثر تابش های زیاد خورشید در اتمسفر را گویند.



بر اساس حالت ماده:

۱. آلاینده های ذره ای معلق: آلاینده هایی می باشند که به دو دسته ذرات مایع یا جامد ریز تقسیم می شوند. ذرات می توانند موادی بشدت فعال یا خنثی دارای اندازه از 0.0002 تا 500 میکرون باشند مثل گرد و غبار، دود، دود غلیظ

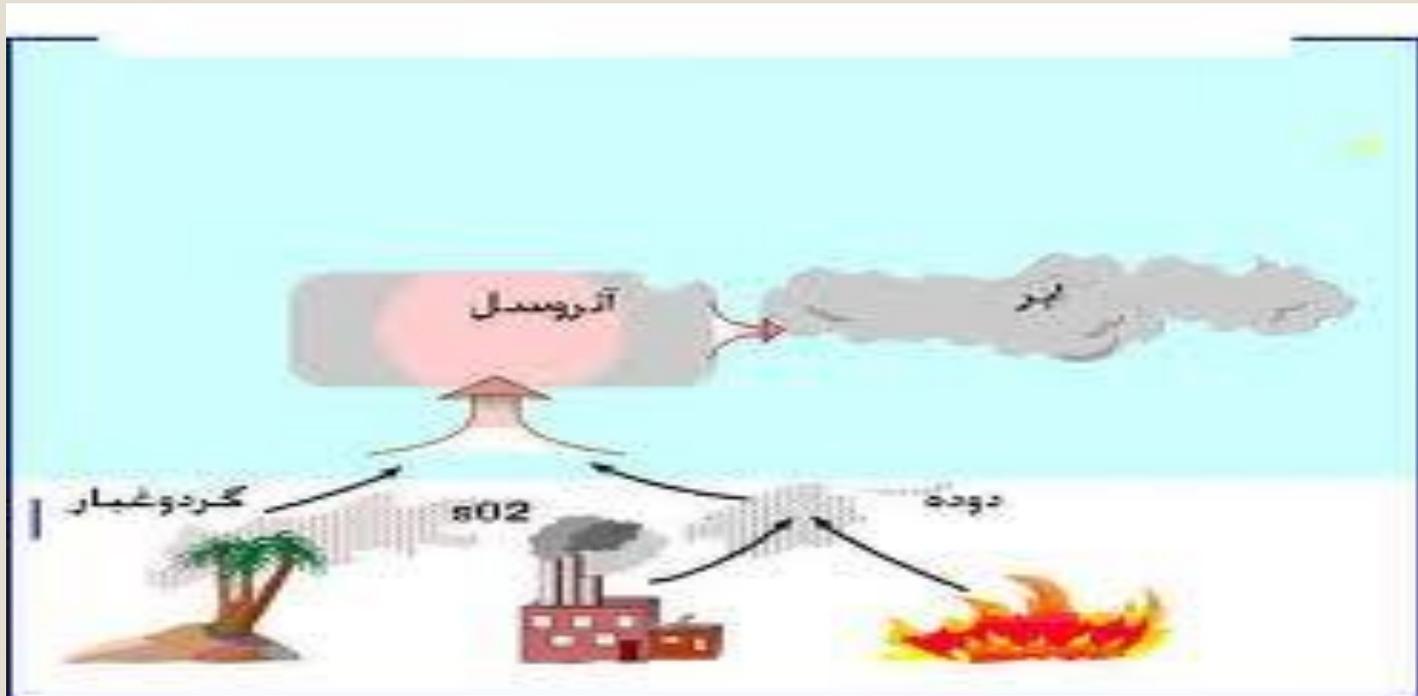
۲. آلاینده های گازی: آن دسته از آلاینده هایی می باشند که به شکل گاز در اتمسفر موجودند مثل H_2S و SO_2



ذرات را می توان بر حسب اندازه شان به صورت زیر طبقه بندی کرد:

آئروسول ها: ذراتی کم وزن و در هوا به حالت معلق می باشند. ذرات معلق ممکن است به صورت **غبار**، **دود**، **میست** (پراکندگی ذرات بزرگ مایع در هوا) و **دود غلیظ** (فیوم ها) باشند.

آئروسول یک اصطلاح کلی است که به تمام ذرات ریز اعم از مایعات و جامدات که در اتمسفر پخش و پراکنده اند اطلاق می شود.



غبار (Dust)

غبار به مواد معدنی دارای اشکال نامنظم معلق در هوا یا به ذراتی که دارای ۱ تا ۲۰۰ میکرون قطر می باشند اطلاق می گردد.

غبار تحت تاثیر نیروی ثقل رسوب می نمایند. غبار در اثر فرآیندهائی نظیر خرد کردن، آسیاب کردن، سائیدن و هم چین توسط خردشدن و متلاشی شدن طبیعی سنگ ها و خاک ایجاد می گردد.

غبار از چند ثانیه تا چندین ماه به حال معلق در اتمسفر باقی خواهند ماند.



دود (Smoke):

دود ، آئروسلی از ذرات خیلی ریز کربن با اندازه ۰.۵ تا ۱ میکرون اطلاق می شود که در اثر احتراق ناقص ذرات آلی ذغال سنگ ، چوب و غیره تولید می شود.

دوده (Soot):

دوده به اجتماع ذرات کربن دارای اندازه ۱ تا ۱۰ میکرون که با مواد قیری آغشته شده اند و به علت احتراق ناقص مواد کربن دار تشکیل شده اند ، اطلاق می گردد.



دود غلیظ (Fume):

دود غلیظ به ذرات ریز جامد که در اثر تراکم یا کندانسیون حالت گازی بعد از تبخیر مواد تشکیل شده اند ، اطلاق می گردد. اندازه ذرات دود غلیظ از **۰.۰۳ تا ۱ میکرون** متغیر می باشد.

میست (Mist):

آئروسلی از قطرات مایع است که در اثر مایع شدن بخارات حاصل می شود. اندازه میست های طبیعی بخار آب از **۴۰ تا ۵۰۰ میکرون** متغیر می باشد. معمولا اندازه میست کمتر از **۱۰ میکرون** می باشد.

مه (Fog):

مه میستی است که حالت مایع آن آب می باشد (به اندازه کافی متراکم گردیده تا میزان دید را کاهش دهند) مه آئروسل است که قابل رویت می باشد.

مه دود (Smog):

دود که به مه افزوده شود ، مه دود نامیده می شود.

تاری (Haze):

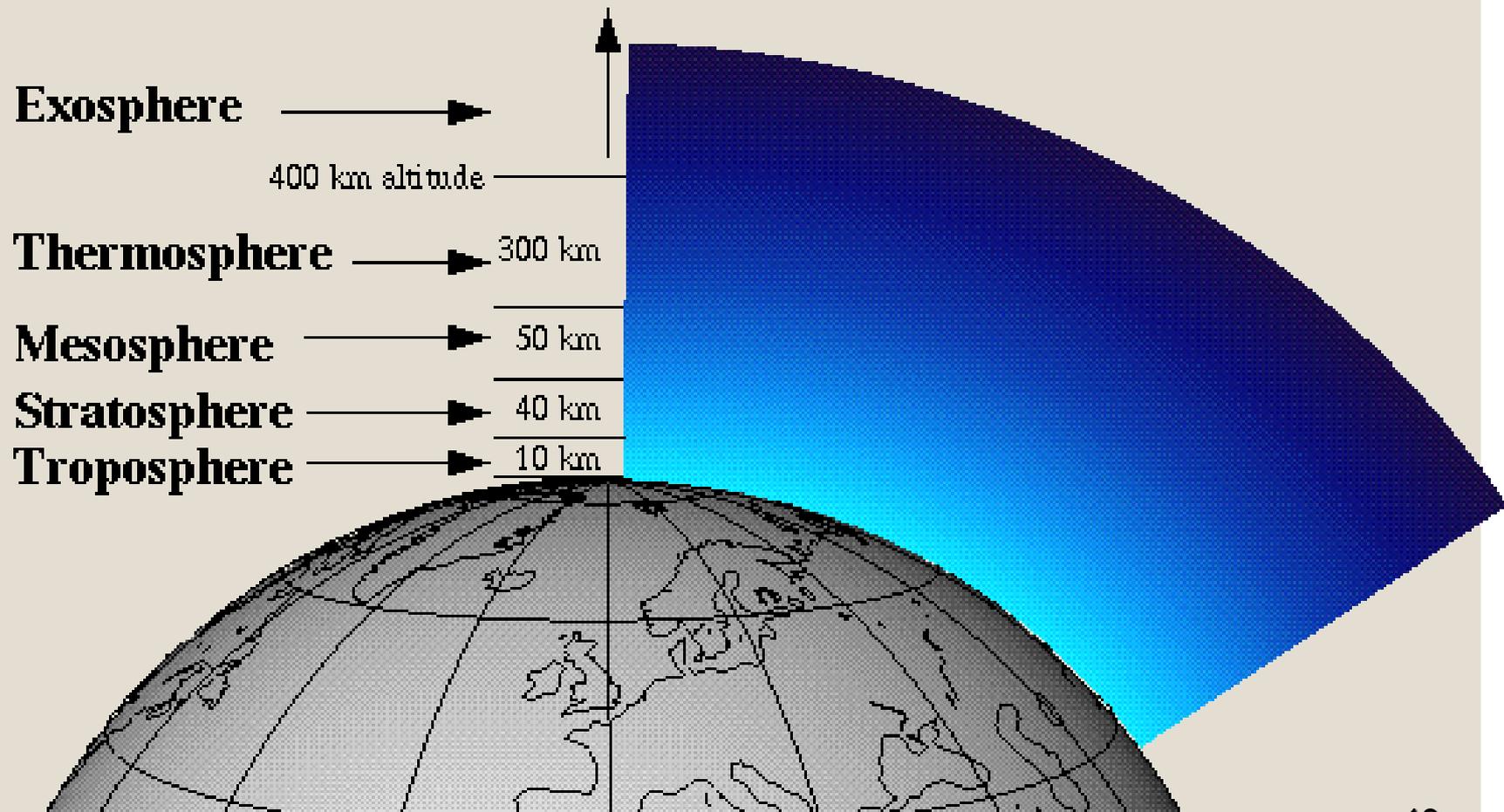
تاری یک حالت آلودگی هوا است (میزان دید در اتمسفر کاهش می یابد) که بعلت حضور میست در غبارهای خیلی ریز و غیره در اتمسفر به وجود می آید.

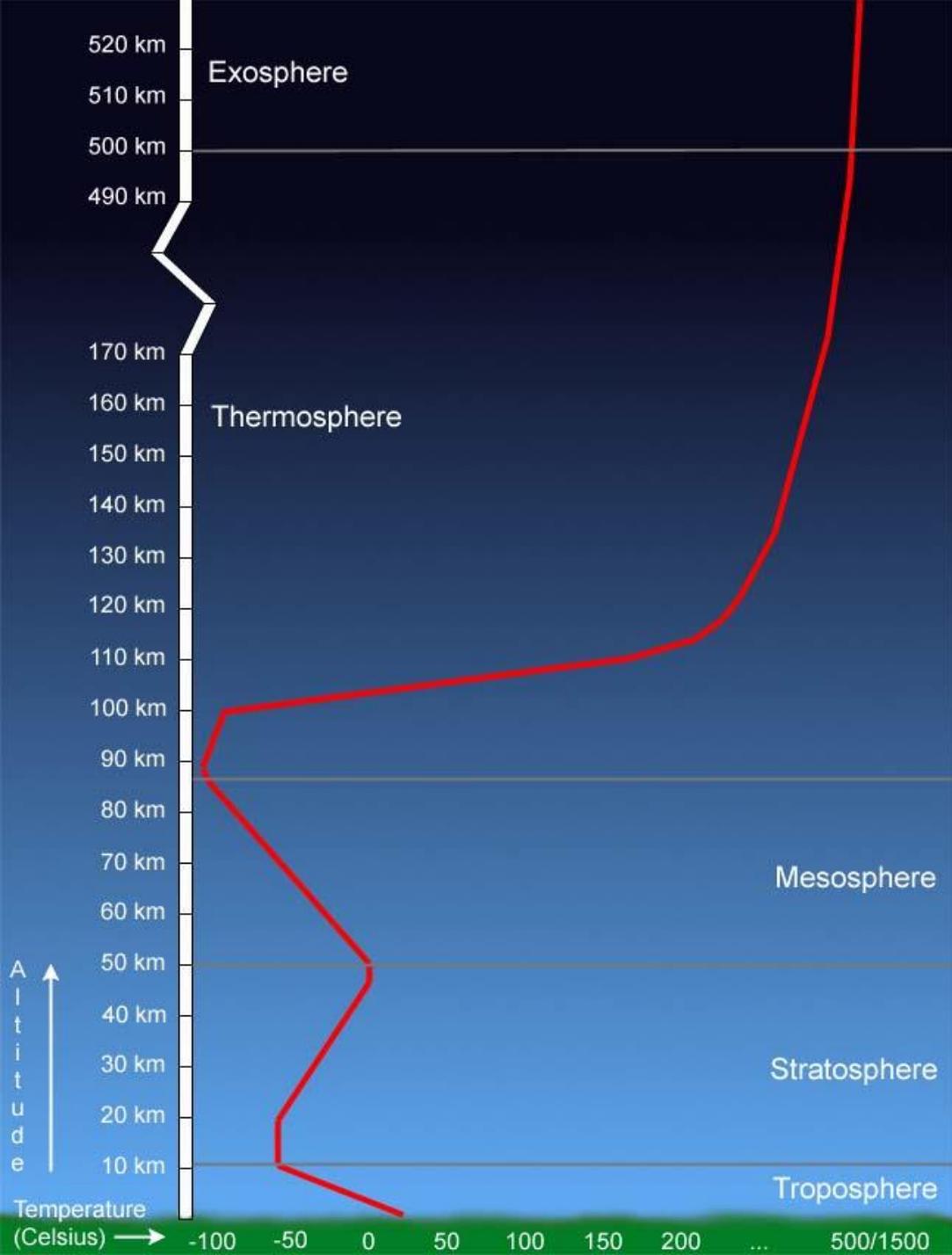
اتم‌سفر زمین

به عنوان پوششی برای زمین از سرد و گرم شدن بیش از حد آن جلوگیری می‌نماید.

موجودات زنده را از اشعه سوزان خورشید، اشعه ماوراء بنفش و اشعه کیهانی محافظت می‌نماید و انشار صوت را سبب می‌گردد.

لایه های تشکیل دهنده اتمسفر





تغییرات دمایی اتمسفر با افزایش ارتفاع

عوامل جوی موثر در آلودگی هوا

○ پخش آلایندها تابعی از موقعیت جغرافیایی و شرایط جوی است.

○ در برخی نقاط شرایط جوی باعث پخش و کاهش آلودگی می گردد و در برخی موارد شرایط جوی حتی باعث افزایش آلودگی نیز می شود.

فاکتورهای مهم و بارز در آلودگی هوا کیفیت آلاینده هائی است که به اتمسفر وارد می شوند ، هرچند دو وضعیت بسیار مهم هوا که باعث پراکندگی آلاینده ها می شود عبارتند از:

۱. شدت باد ۲. پایداری هوا

تاثیر مستقیم سرعت باد در افزایش شدت آلاینده ها می باشد.

پایداری هوا سبب می شود که حرکت های عمودی هوا آلاینده ها را با هوای سالم لایه های سطحی مخلوط کند.

فاصله عمودی بین سطح زمین و ارتفاعی که حرکت های انتقالی تا آنجا توسعه می یابند **عمق اختلاط** نامیده می شود.



به طور کلی هرچه قدر عمق اختلاط بیشتر باشد هوا بهتر خواهد بود.

وارونگی دما نشان دهنده حالتی در اتمسفر است که بسیار پایدار و عمق اختلاط محدود است. وقتی حالت وارونگی وجود دارد و بادی نمی وزد از نفوذ هوا جلوگیری می کند،

در نتیجه انتظار می رود که بالاترین مقدار آلودگی در مرکز و منبع آلودگی موجود می باشد. شکل گیری وارونگی دما در سطح زمین به این خاطر است که زمین نسبت به هوای بالای خود گرماتاب(بیرون دهنده گرما) موثرتری است.

باد

- حرکت افقی هوا را باد گویند.
- جریان باد باعث پخش و رقیق شدن آلودگی ها در هوا می گردد.
- میزان انتشار و انتقال هوای آلوده به سرعت و قدرت باد بستگی دارد.
- معمولاً بادهایی با سرعت بیش از ۳۰ کیلومتر بر ساعت در انتقال و انتشار آلودگی ها موثر است.

جریان هوا

- حرکت عمودی هوا را “جریان هوا” می نامند.
- جریان های هوا نقش موثرتری از باد در کاهش آلودگی دارند. زیرا آلودگی را از سطح زمین (محل زندگی) دور می نماید.
- در طبقات فوقانی جو بادهای شدیدتر هستند و اگر هوای آلوده به آنجا برد سریع تر رقیق می گردند.
- در مناطق کم فشار جریان عمودی رو به بالای هوا بیشتر است. در نتیجه هوا در این مناطق تمیز تر خواهد بود.
- در مناطق پرفشار جریان عمودی رو پایین هوا بیشتر است. در نتیجه هوای آلوده در اتمسفر به خوبی پخش نشده و آلودگی مدام افزایش می یابد.

نقش ریزش های جوی در پاک سازی محیط

باران، برف و... نقش موثری در شستشوی هوا و انتقال آلودگی از هوا به زمین دارد.

مه به عنوان ماده سینرژیسیم در آلودگی هوا

ایجاد مه در هنگام اوج آلودگی هوا به دلیل ایجاد هسته های تراکم مواد آلاینده منجر به افزایش شدید آلودگی می گردد.

در بسیاری از حوادث مهم آلودگی هوا مه نقش سینرژیسیم داشته است.

دما در جو

در لایه تروپوسفر با افزایش ارتفاع بایستی دما کاهش یابد

در شرایط طبیعی

این کاهش به ازاء هر ۱۰۰ متر یک درجه سانتیگراد است. این تغییر دما را Lapse Rate می نامند.

شرایط ادیاباتیک

اگر به ازاء هر ۱۰۰ متر افزایش ارتفاع دمای هوا یک درجه کاهش یابد شرایط ادیاباتیک است

شرایط سوپر ادیاباتیک

اگر به ازاء هر ۱۰۰ متر افزایش ارتفاع دمای هوا بیش از ۱ درجه سانتیگراد کاهش پیدا نماید شرایط را سوپر ادیاباتیک می نامند.

وارونگی دما (اینورژن)

اگر به هر دلیلی با افزایش ارتفاع افزایش دما نیز به وجود آید وارونگی دمایی اتفاق افتاده است.

در شرایط اینورژن حرکت عمودی هوا وجود نداشته و آلودگی ها محبوس می گردند. در نتیجه غلظت آلاینده ها در هوا افزایش می یابد.

شرایط ایزوترمال

در صورتی که با افزایش ارتفاع تغییرات دمایی وجود نداشته باشد، شرایط ایزوترمال (خنثی) می باشد.

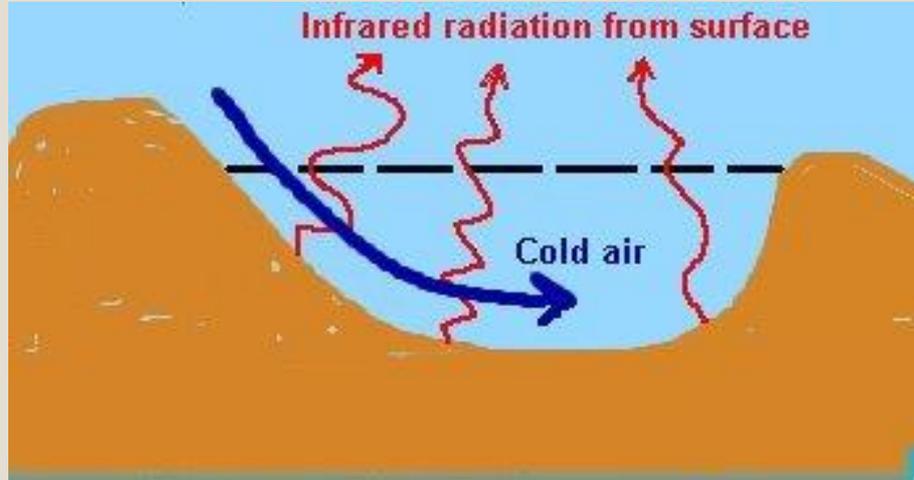
پایداری و ناپایداری هوا

معیار پایداری و ناپایداری هوا قابلیت ایجاد یک حرکت عمودی در هوا می باشد.

اگر جزء صعود کننده هوا از محیط اطراف خود گرم تر باشد شرایط ناپایدار است.

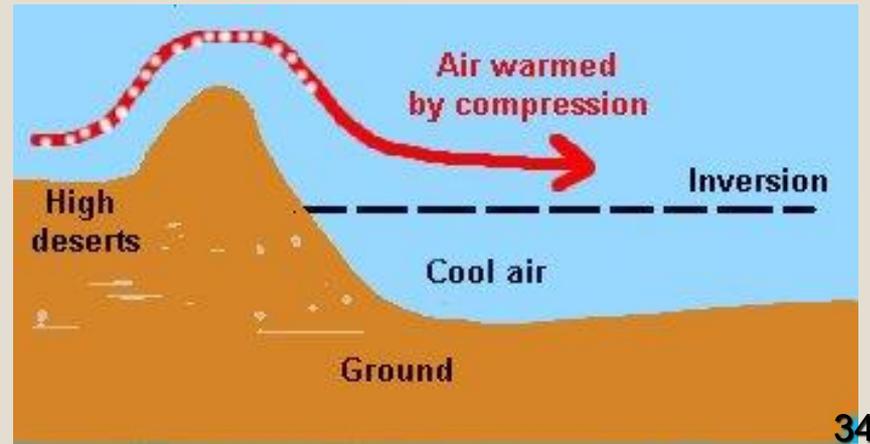
اگر جزء صعود کننده دمای خود را از دست بدهد و از دمای محیط سردتر گردد شرایط پایدار است.

انواع وارونگی دما (اینورژن)



اینورژن تشعشعی

اینورژن فروکش



حرکات دود پس از خروج از دود کش

• حرکت حلقه ای

• حرکت قیفی

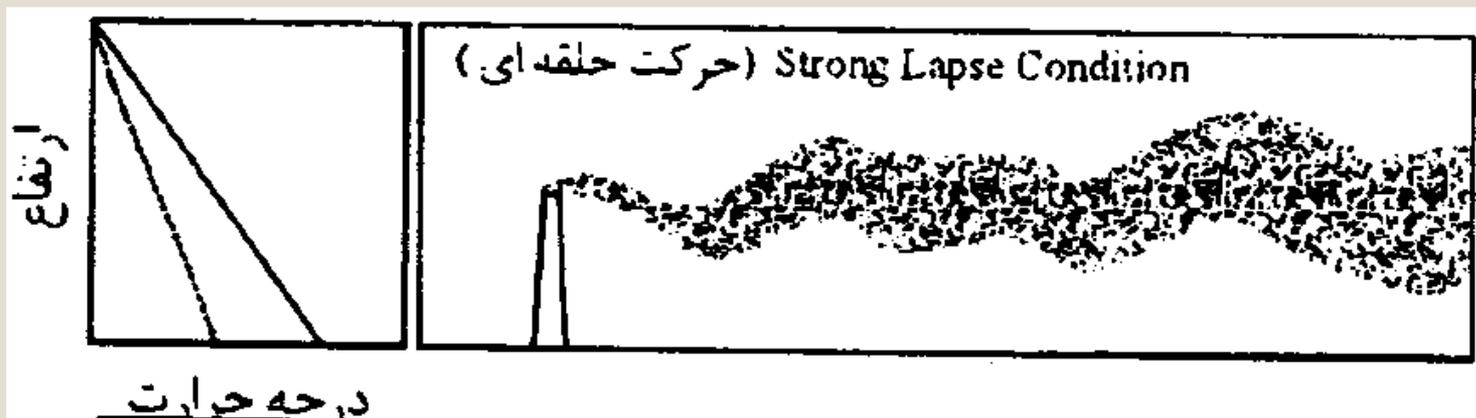
• حرکت بادبزی

• حرکت بالارونده

• حرکت دودی

• حرکت محبوس

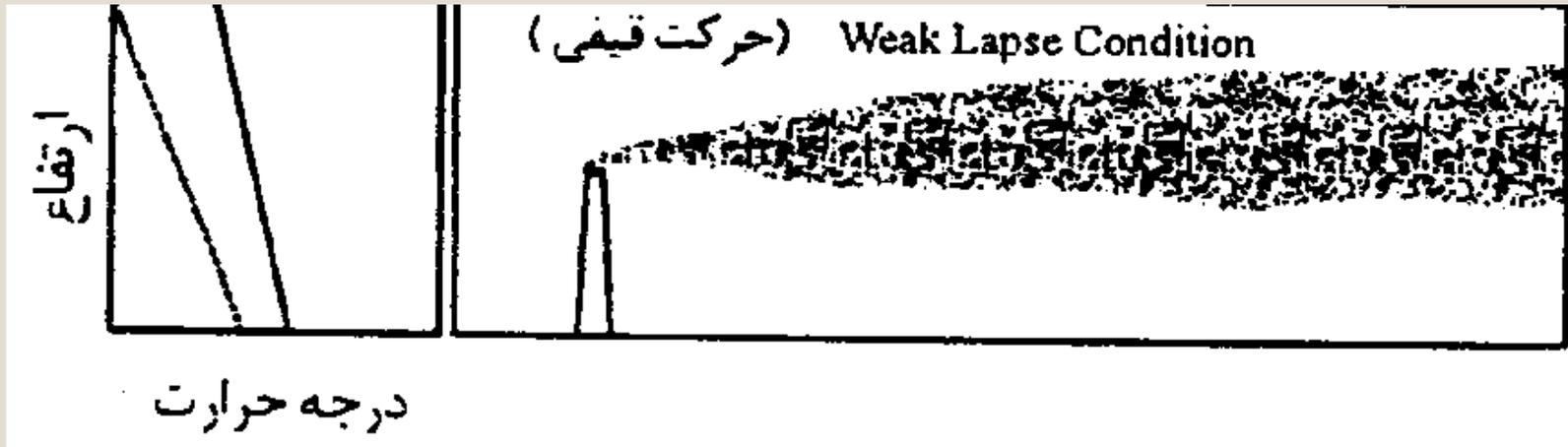
حرکت حلقه ای



این حرکت زمانی رخ می دهد که گرادیان هوا در حالت فوق ادیاباتیکی بوده و هوا به شدت متلاطم باشد.

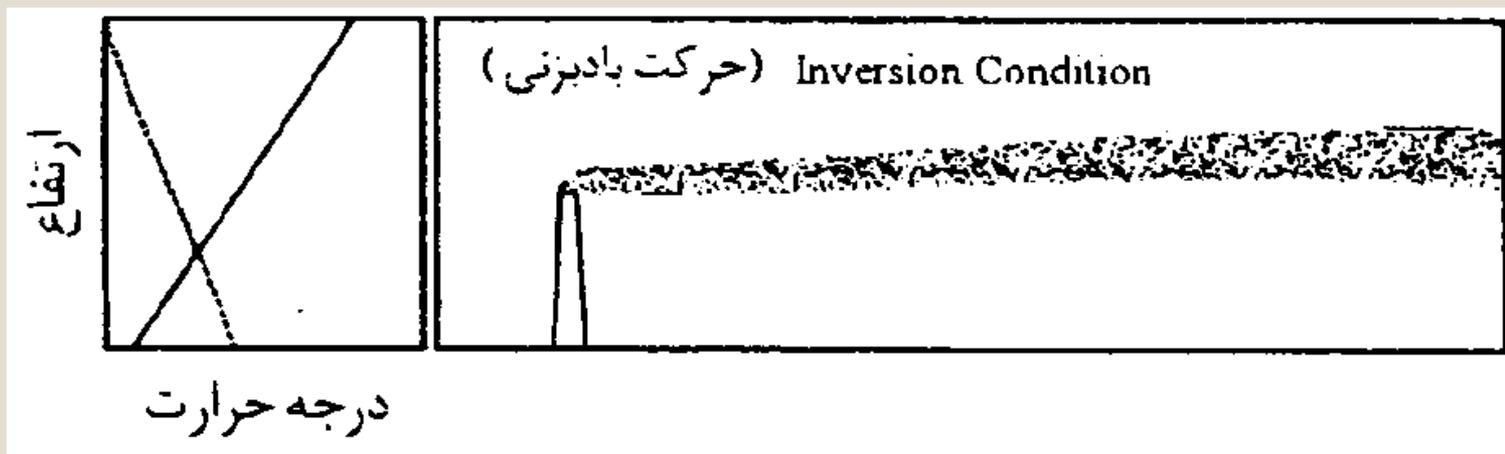
این حالت معمولاً در فصول گرم به همراه تابش شدید خورشید ایجاد می گردد.

حرکت قیفی



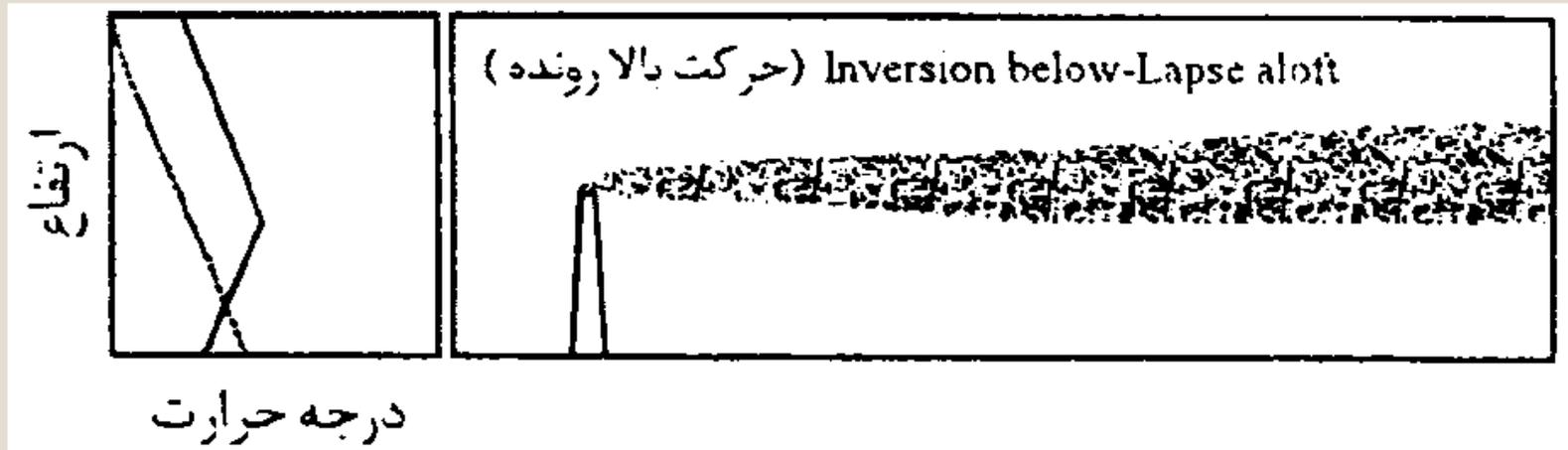
حرکت قیفی زمانی رخ می دهد که گرادیان دمایی کمتر از ادیاباتیک باشد ولی به حالت هم دمایی نرسد.

حرکت بادبزی



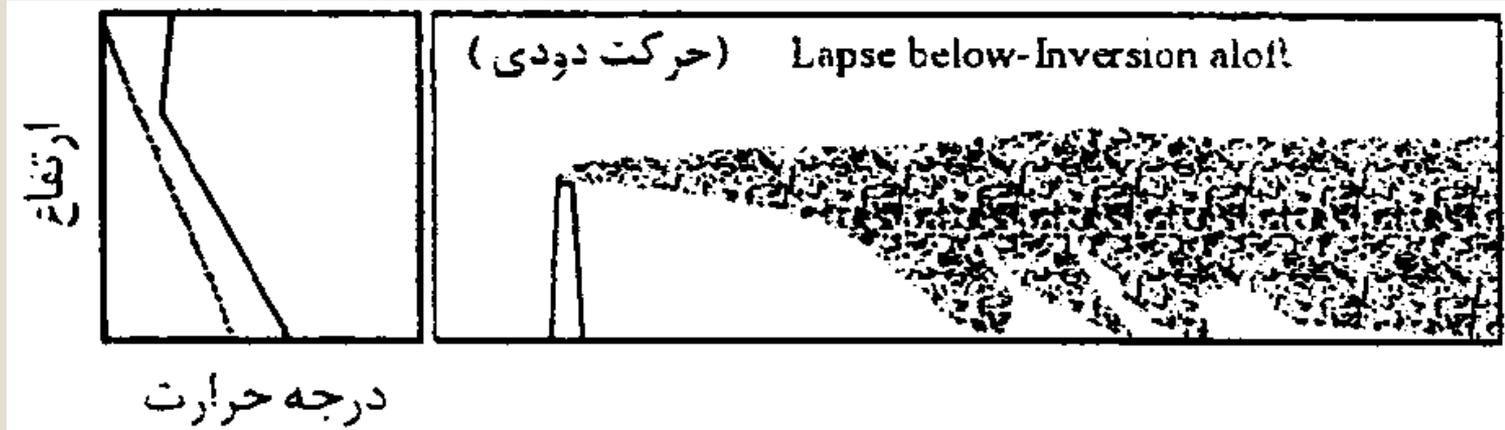
این حرکت زمانی ایجاد می گردد که گرادیان دمایی مثبت باشد. یعنی زمانی که وارونگی دمایی کل ستون دود را فرا گرفته باشد.

حرکت بالا رونده



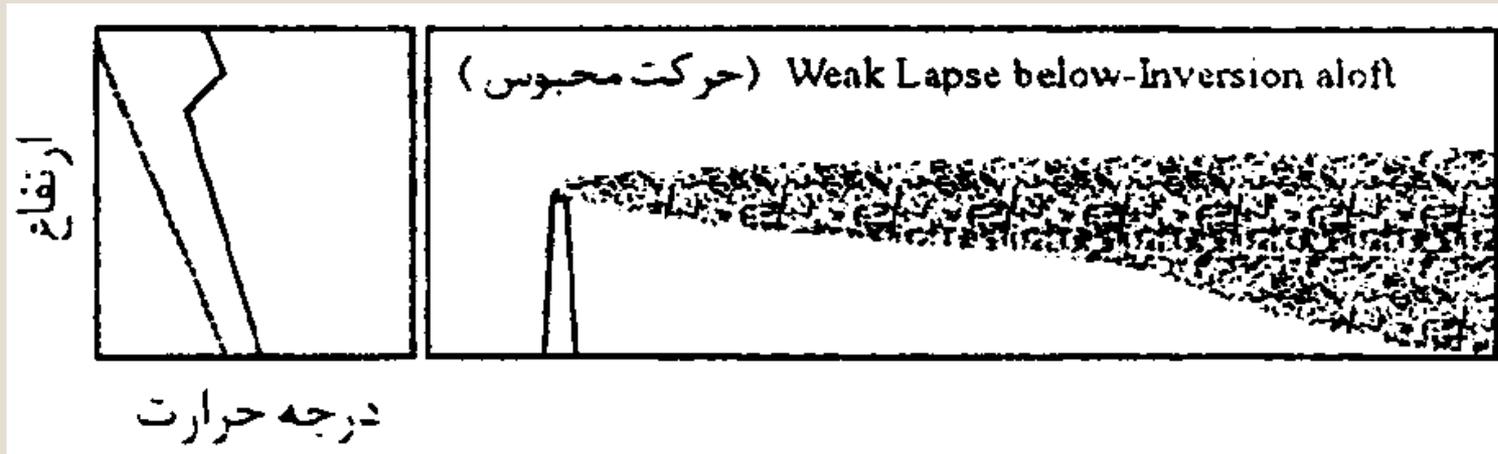
این حرکت زمانی ایجاد می گردد که تنها یک وارونگی دوما در پایین ستون دود وجود داشته باشد.

حرکت دودی



این حرکت دود در زمان شکستن وارونگی دما ایجاد می گردد و معمولاً در یک دوره نیم ساعته از بین می رود.

حرکت محبوس



این حرکت دود زمانی ظاهر می گردد که ستون دود در بین پایه های وارونگی دما قرار گرفته باشد.

اثرات جهانی آلودگی هوا

- گرمایش جهانی
- افت ازن استراتوسفری
- باران های اسیدی
- آئروسول

گرمایش جهانی

گرم شدن زمین به دلیل تولید گازهایی با ظرفیت زیاد جذب حرارت ایجاد می گردد. این گازها را گازهای گلخانه ای می نامند.

این گازها عبارتند از:

دی اکسید کربن، فریون ها، هالوژن ها، متان، اکسید نیتروس و کلروفلوروکربن ها

توانایی گازهای گلخانه ای در گرمایش زمین

◦ طبقه بندی از لحاظ پتانسیل گرمایش زمین:
کلروفلوروکربن ها، اکسید نیتروس، متان و دی اکسید کربن

◦ طبقه بندی از لحاظ کمی:
دی اکسید کربن، متان، اکسید نیتروس و کلروفلوروکربن ها

تأثيرات گرم شدن زمین

- ذوب یخهای قطبی
- افزایش ارتفاع آب اقیانوسها
- تغییرات آب و هوایی

افت ازن استراتوسفری

ازن طی یک چرخه با کمک جذب اشعه ماوراء بنفش خورشید تولید و در واکنشهای مختلف مصرف می گردد.

ترکیباتی همچون کلروفلوروکربنها باعث تشدید مصرف ازن و به هم خوردن تعادل چرخه ازن می گردد.

خطرات کاهش غلظت لایه ازن

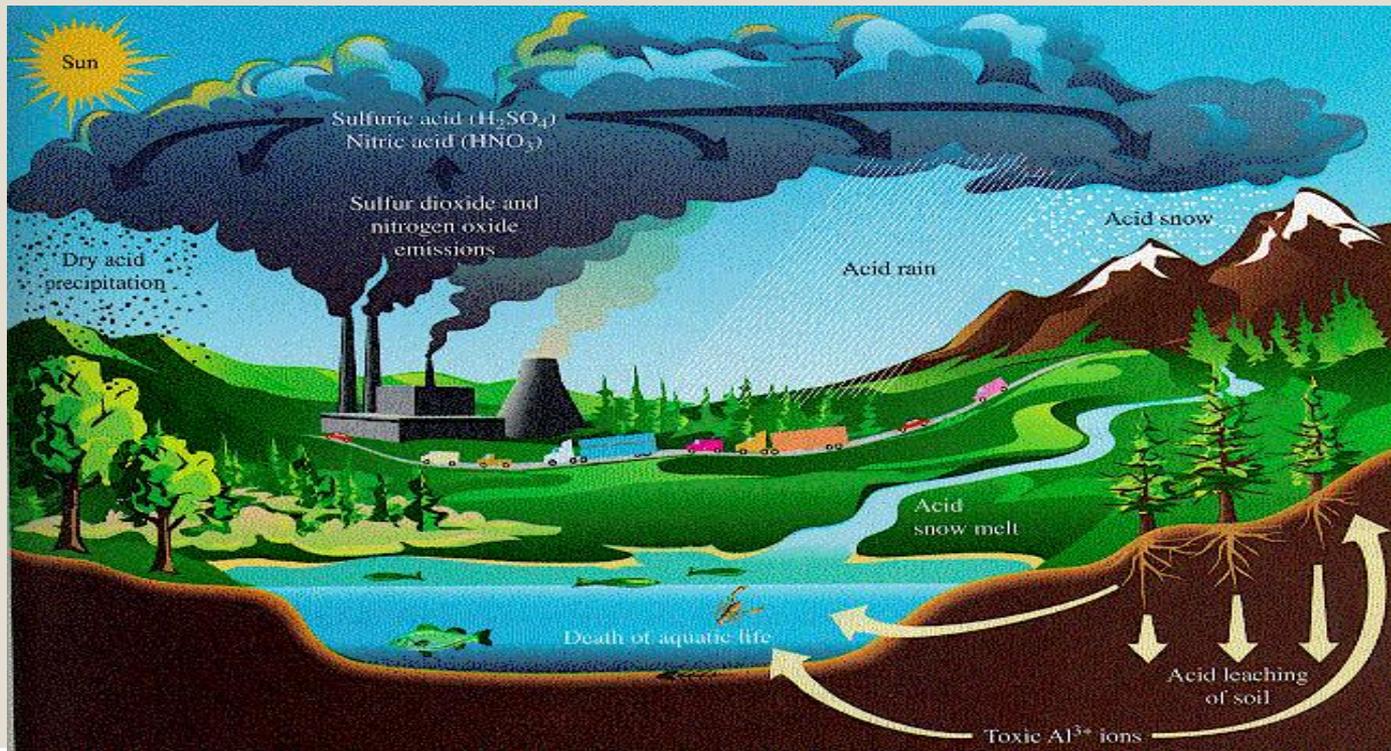
کاهش غلظت ازن در استراتوسفر منجر به نفوذ بیشتر اشعه‌هایی همچون اشعه ماوراء بنفش می‌گردد که سرطانزا است و به چشم آسیب می‌رساند.

واحد اندازه‌گیری غلظت ازن دابسون است. یک دابسون معادل یک قسمت در یک بیلیون قسمت (ppb) ازن است.

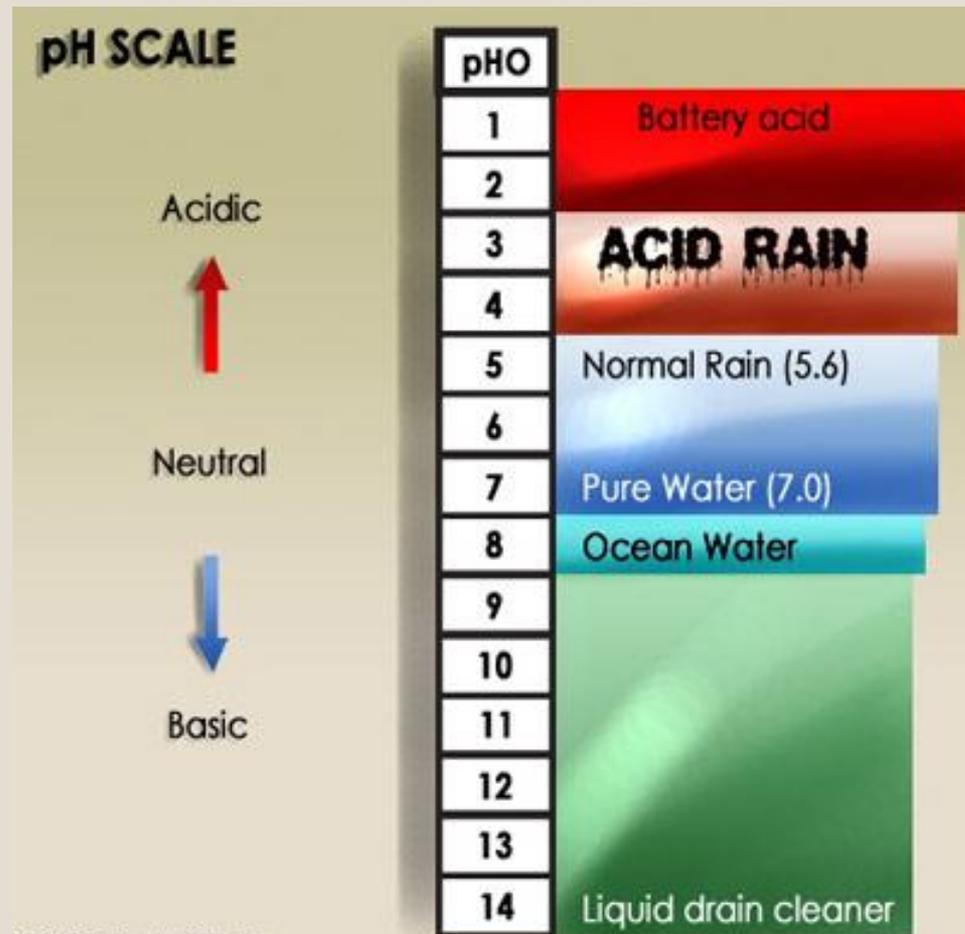
باران اسیدی

وجود ترکیباتی همچون NO_x و SO_x در هوا منجر به تولید اسید سولفوریک و اسید نیتریک در هنگام بارندگی و کاهش pH آب باران می شود.

در تولید باران اسیدی SO_x مهمتر از NO_x است.



pH آبهای مختلف



نمونه ای از اثرات بارانهای اسیدی



آلودگی ناشی از آئروسول ها

- منابع طبیعی خشکی (گرد و غبار ناشی از طوفان، آتشفشان و...)
- منابع طبیعی اقیانوسی (تولید ذرات نمک ناشی از اسپری آب اقیانوسها)
- منابع مصنوعی (ذرات حاصل از احتراق)

نقش آئروسول ها در اتمسفر

- پراکندن و جذب اشعه های خورشیدی.
- جذب اشعه مادون قرمز بازتابی از زمین.
- موثر بر تعادل حرارتی کره زمین از طریق ایجاد هسته های تراکم جهت ایجاد ابر و یخ در هوا.

قطر ذرات در آلودگی هوا

قطر ذراتی که در آلودگی هوا موثر هستند ۰.۰۱ تا ۱۰۰ میکرون است

ذرات بزرگتر از ۱۰ میکرون در هوا را ذرات ذرات قابل ته نشینی یا Dustfall گویند

خواص سطحی ذرات از عوامل موثر در ته نشینی

خواص سطحی ذرات عبارتند از:

- جذب بر جامدات
- جذب بر مایعات
- جذب شیمیایی
- چسبندگی

انواع ذرات معلق در هوا

- ذرات معدنی
- ذرات آلی
- ذرات بیولوژیکی

تأثیر آلودگی هوا

○ آلودگی هوا روی بافت های بدن، دستگاه تنفسی و قلب و عروق تأثیر فراوانی دارد. همچنین مطالعه اخیر محققان علوم پزشکی نشان می دهد افراد جوانی که در مناطق آلوده به دود زندگی می کنند، بیشتر در معرض خطر ابتلا به بیماری های گوارشی قرار دارند.

○ از سوی دیگر در زمان آلودگی هوا، جذب "ویتامین D" از طریق پوست به شدت کاهش می یابد. به همین دلیل در شهرهای بزرگ که معمولا هوای آلوده دارند، کمبود ویتامین D از شیوع بالایی برخوردار است.

✓ اثرات آلودگی هوا بر انسان بستگی به غلظت آلوده کننده ها و حساسیت مردم دارد و عوارض آن به صورتهای زیر ظاهر می شود:

۱- بیماریهای حاد

۲- بیماریهای مزمن

۳- دگرگونی اعمال فیزیولوژیک

۴- عوارضی چون احساس تحریک

۵- احساس ناراحتی در مواقع کاهش دید

۶- عوارضی چون کند ذهنی و اختلال رشد و نمو

✓ به طور کلی عوارض آلودگی هوا از خستگی مزمن و بی حالی گرفته تا سردرد، تهوع، کاهش کارایی، اضطراب و استرس و مسمومیت با آلاینده های موجود در هوا می باشد.

منابع آنتی اکسیدان

- هوای آلوده، ترکیباتی اکسید کننده و سمی دارد و به همین دلیل، مواد غذایی و غذاهایی که ترکیبات آنتی اکسیدان دارند، می توانند مفید باشند.
- میوه ها و سبزی ها بهترین منابع ترکیبات آنتی اکسیدانی هستند و ویتامین هایی مانند C، E و انواع فلاونوئید دارند.
- مصرف لبنیات نیز بسیار توصیه می شود چون پروتئین لبنیات می تواند با برخی عناصر فلزی ناشی از این آلودگی ها که از طریق استنشاق وارد بدن می شوند، ترکیب شود و به دفع آنها از بدن کمک کند.
- برخی نوشیدنی ها مانند چای و قهوه نیز به دلیل داشتن ترکیبات فلاونوئیدی می تواند پتانسیل توانایی دفاع آنتی اکسیدانی بدن را در برابر عوامل اکسید کننده ای که از طریق آلودگی وارد بدن می شوند، بیشتر کنند.

آلرژی

- آلرژی نیز واکنشی است که سیستم ایمنی را تحریک می کند و سرکوب کننده سیستم دفاعی است و در این شرایط، تغذیه نمی تواند نقش چندان مهمی داشته باشد ولی به هر حال، داشتن یک الگوی غذایی مناسب، از این جهت که می تواند از عملکرد سیستم ایمنی پشتیبانی کند، اهمیت دارد.
- بنابراین، اگر کسی هم مبتلا به این بیماری ها باشد و هم از سوء تغذیه رنج ببرد، مشکلات شدیدتر می شود.
- بنابراین مصرف غذاهای تازه، طبیعی و سالم، به ویژه میوه ها و سبزی های تازه بهترین روش تغذیه ای در زمان آلودگی هوا می باشد، به این ترتیب می توانیم پتانسیل آنتی اکسیدانی بدن را تقویت و تا حدودی کمک کنیم که بدن در برابر آلودگی هوا مقاوم شود.
- البته بهترین کار برای کاهش آسیب های ناشی از آلودگی هوا این است که تماسمان را با آن محدودتر کنیم و حتی المقدور کمتر از خانه خارج شویم

روشهای کنترل آلودگی هوا

روشهای حذف گازهای آلاینده از هوا

- جذب در مایعات
- جذب سطحی
- چگالش
- سوزاندن
- بیوفیلتراسیون

جذب در مایعات

این فرایند به کمک وسیله ای به نام اسکرابر انجام می گیرد.

حلال مورد استفاده می تواند:

آب، روغن های معدنی، آب آهک و... باشد.

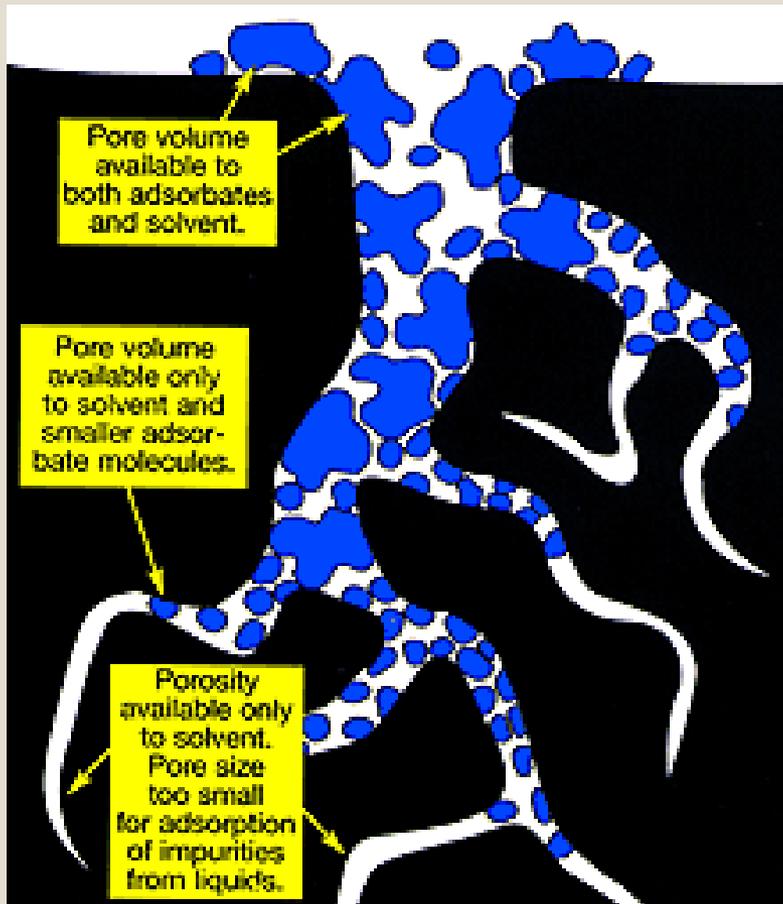
شرط انجام صحیح این فرآیند انتخاب حلال مناسب است.

گازهای قابل حذف در کاربرد اسکرابرها

Cl_2 ، NH_3 ، H_2S ، HCN ، H_2SO_4 ، SO_2 ، HCl
فرمالدوئید، اتیلن و بنزن. بخارهای آلی همچون

امکان تصفیه گازهای داغ خروجی از صنایع به کمک اسکرابرها وجود دارد.

جذب سطحی



جذب می تواند به کمک مواد جاذبی همچون کربن فعال انجام می گیرد.

موادی همچون ترکیبات آلی، گازهای آلاینده و ترکیبات مولد بو می توانند توسط جاذبهای مختلف حذف گردند.

چگالش

در این روش با کاهش دما مواد آلاینده را از حالت گاز به مایع تبدیل می نمایند.

دمای کم و فشار بالا به فرایند چگالش کمک می نماید.

سوزاندن

در دمای بالا مواد آلی به دی اکسید کربن و آب تبدیل می گردند.

به دلیل هزینه بالای تولید حرارت برنامه ریزی جهت بازیافت انرژی باید در نظر گرفته شود.

برای انجام احتراق خوب سه شرط زیر ضروری است:

زمان ماند، دمای مناسب، اختلاط کامل

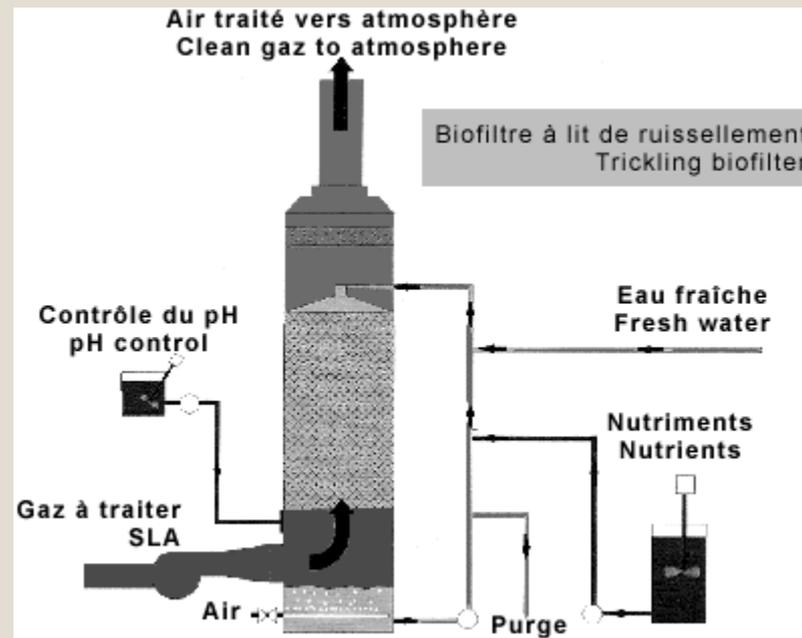
بیوفیلتراسیون

بیوفیلترها سازگاری بسیار بالایی با محیط زیست داشته و قادر به حذف انواع آلاینده ها با غلظتهای بسیار کم از محیط می باشند.

بیوفیلتر خاکی



نمایی از یک بیوفیلتر



بیوفیلترهای صنعتی



روشهای حذف ذرات آلاینده از هوا

- ته نشین کننده های ثقلی
- جداسازهای سانتریفوژی (سیکلونها)
- الکتروفیلترها
- انواع فیلترها
- اسکرابرها

ته نشین کننده های ثقیلی

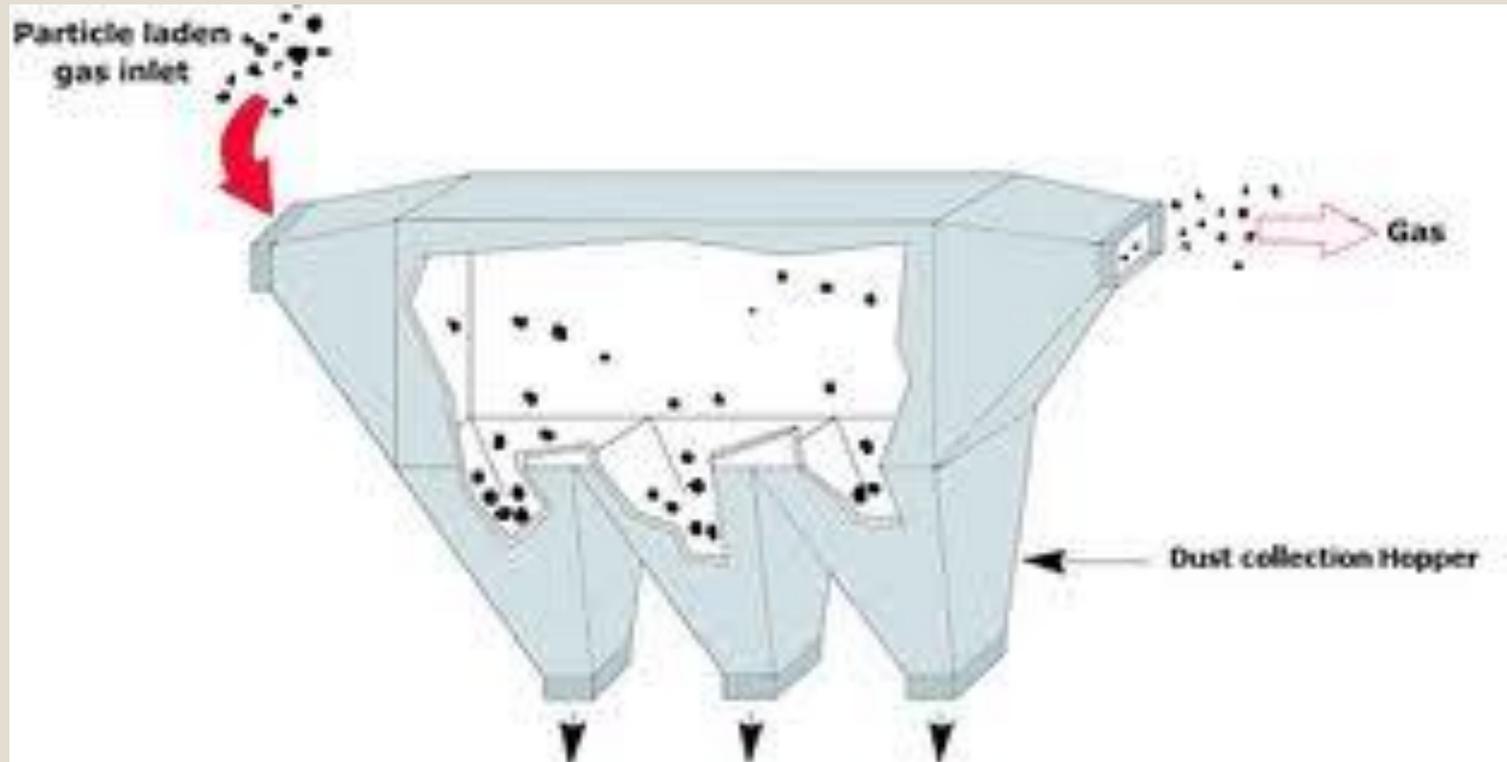
یکی از ساده ترین وسایل کنترل آلودگی هوا در صنایع می باشد.

این وسایل با افزایش سطح مقطع و در نتیجه کاهش سرعت جریان هوا منجر به ته نشینی ذرات می گردند.

این روش برای ذرات بزرگتر از ۵۰ میکرون موثر است.



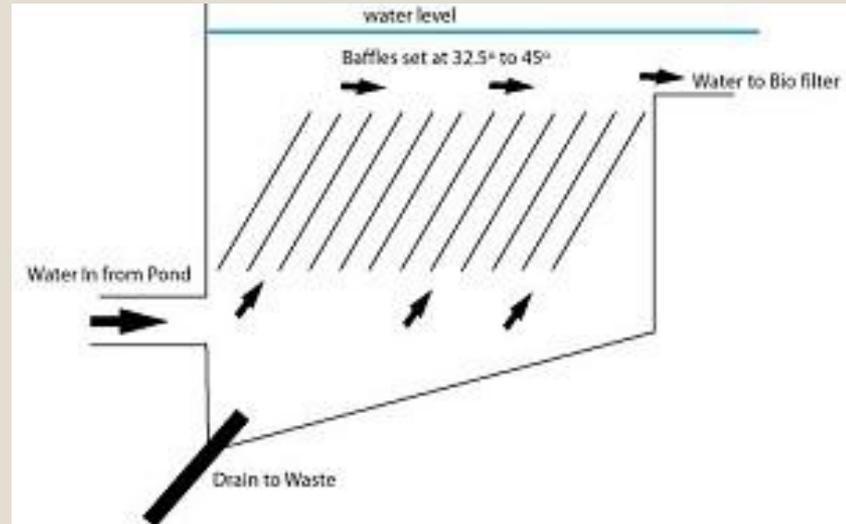
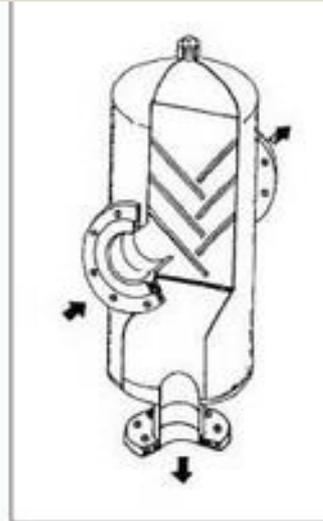
نمایی از ته نشین کننده های ثقیلی



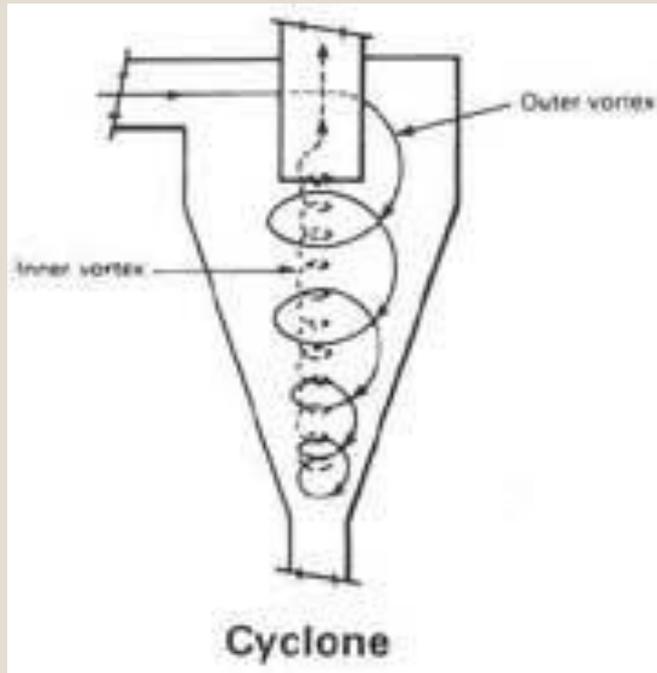
راه بندها

- در این روش از صفحات راه بند به منظور کاهش سرعت ذرات و ته نشینی آنها استفاده می شود.
- راه بندها می توانند به دو صورت تر و خشک مورد استفاده قرار گیرد.
- در هنگام کاربرد راه بندهای تر علاوه بر ذرات، برخی گازهای آلاینده نیز حذف می گردند.

نمونه هایی از راه بندها



سیکلونها

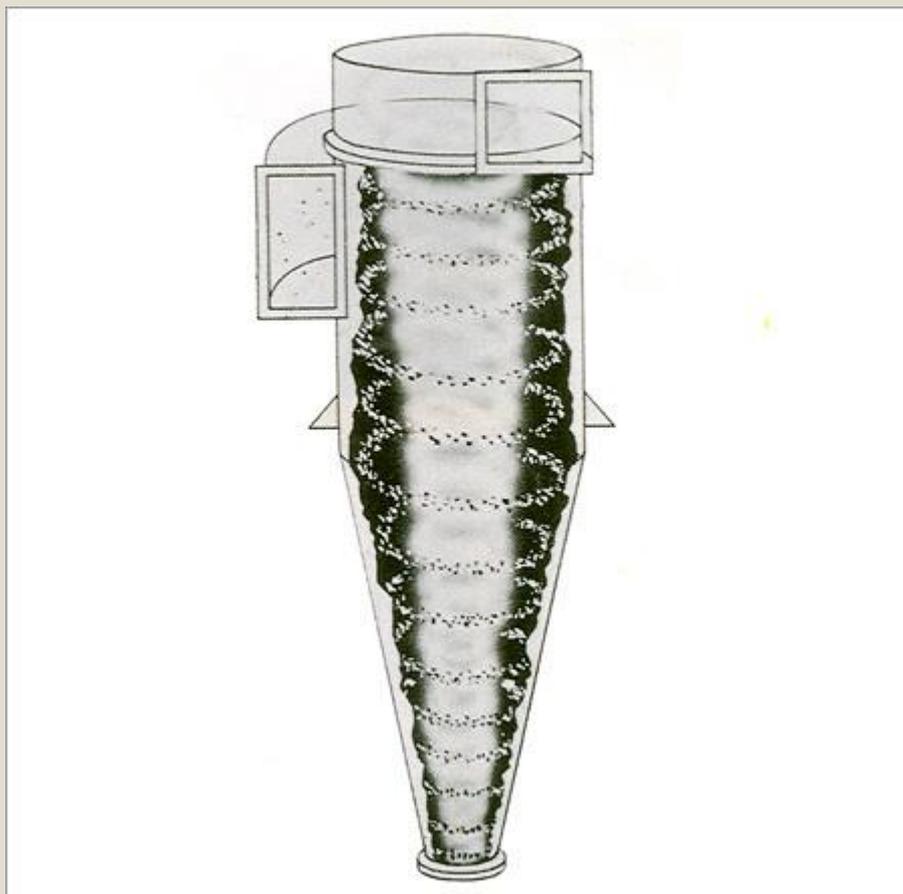


○ سیکلونها بر اساس نیروی گریز از مرکز جداسازی ذرات را انجام می دهند.

○ سیکلونها قادرند ذراتی با قطر ۵ میکرون را نیز به راحتی از هوا جدا سازند.

○ سیکلونها نیز می توانند برای افزایش راندمان به صورت مرطوب نیز به کار گرفته شوند.

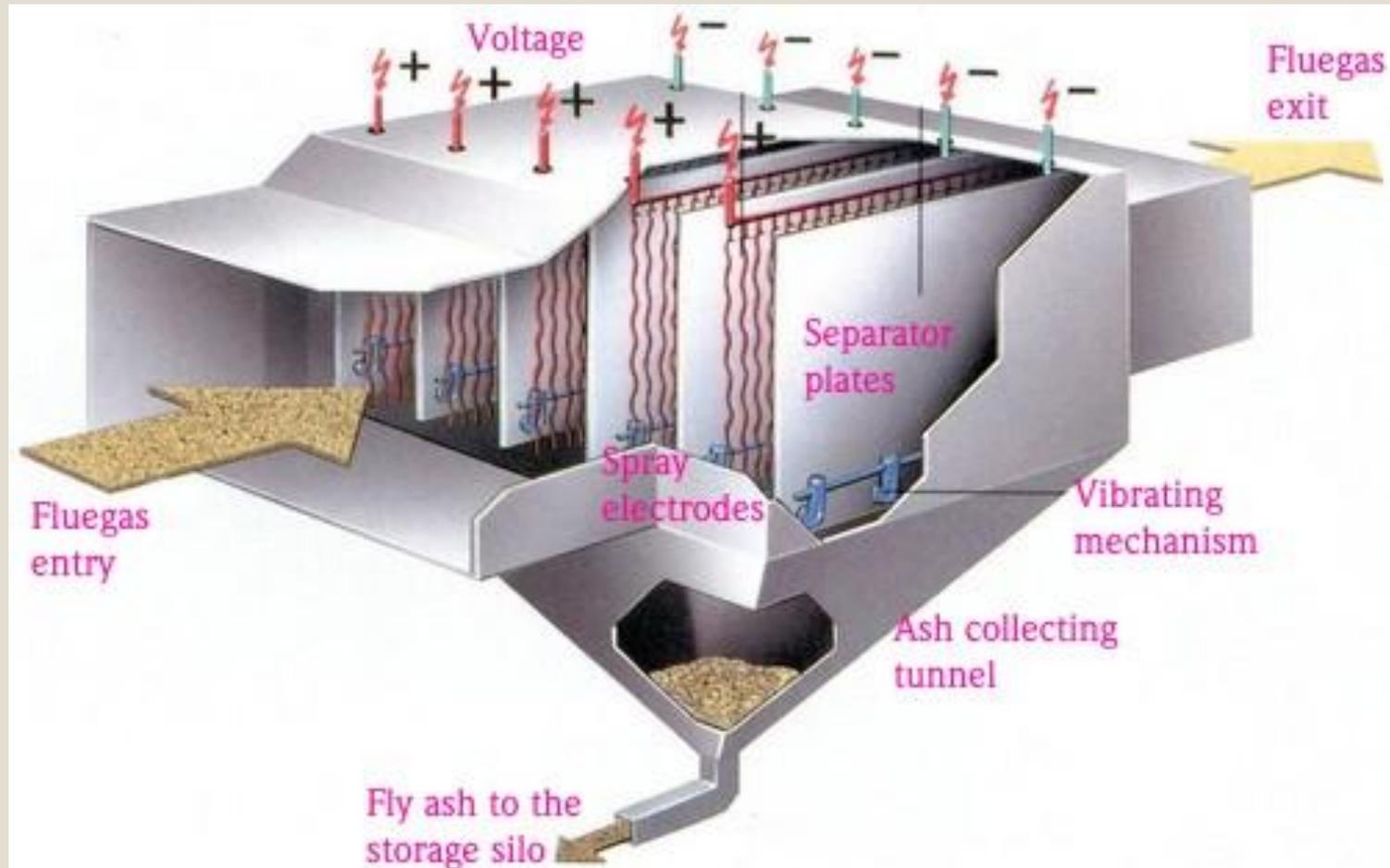
نمونه ای از سیکلون



رسوب دهنده الکترواستاتیک

- کاربرد این روش در حذف ذرات کوچکتر از ۱۰ میکرون می باشد.
- این روش بسیار موثر لیکن گران قیمت می باشد.
- این روش منحصرأ قادر به حذف ذرات می باشد.
- این روش نیازمند ولتاژ بالا و نیروی متخصص می باشد.

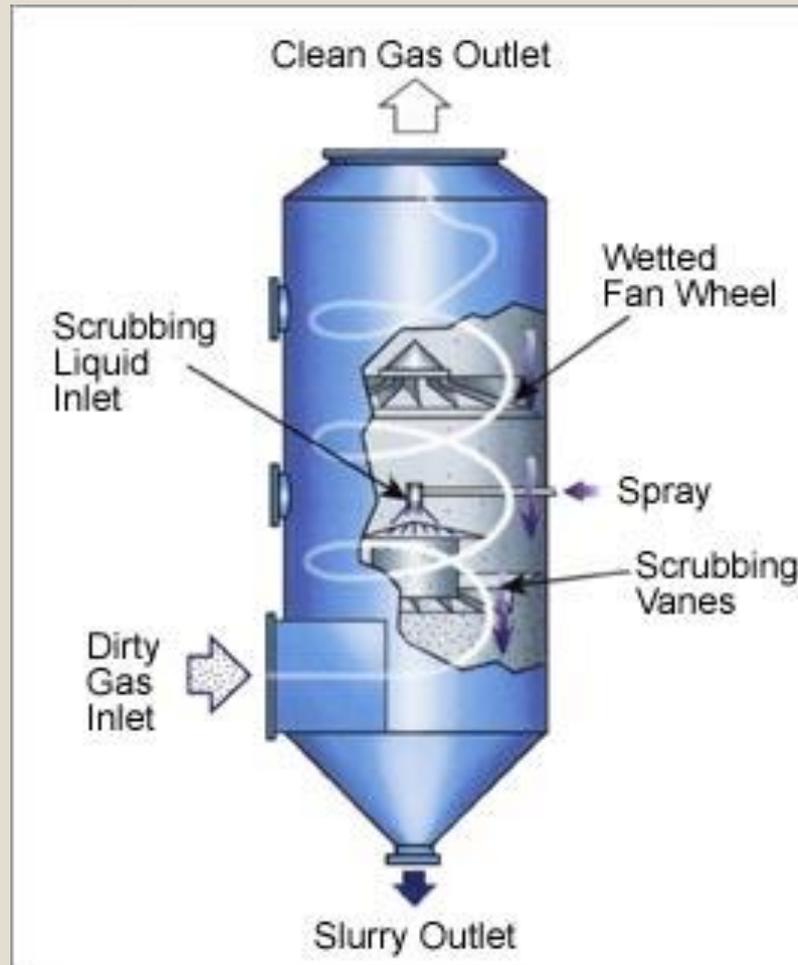
ساختار رسوب دهنده های الکترو استاتیک



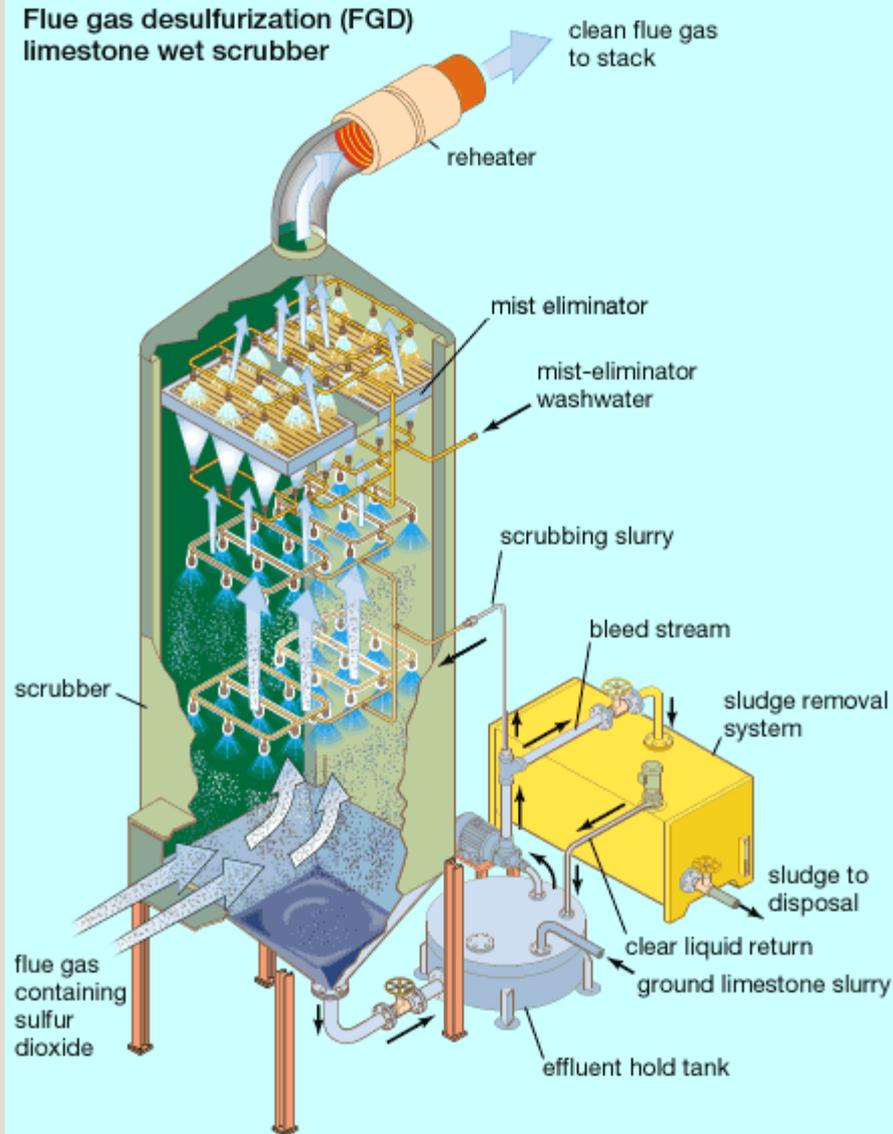
اسکرابرهای تر

- اساس کار این روش شستشوی گاز به کمک یک حلال می باشد.
- در این روش بطور هم زمان گازها و ذرات حذف می گردند.
- در هنگام کاربرد این روش باید به تصفیه پساب حاصل نیز فکر شود.

نمونه ای از اسکرابر تر



نمایی از دستگاه اسکرابر معمولی



فیلترهای فابریک

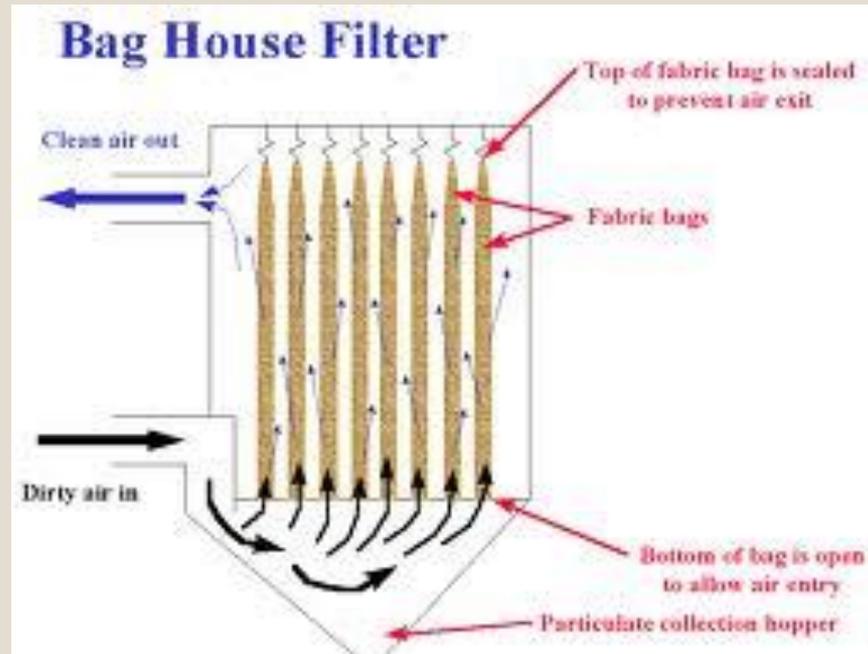
- این فیلترها بستر متخلخلی برای جداسازی ذرات از هوا می باشد.
- این فیلترها راندمان خوبی برای ذرات کوچکتر از یک میکرون دارند.
- این فیلترها توانایی تصفیه گازهای مرطوب را ندارند.
- گازهای داغ منجر به نابودی فیلترها می گردد.

نوع خاصی از فیلترها (HEPA) قادر به حذف ۹۷/۹۹ درصد ذرات ۳/۰ میکرون هستند.

نمونه ای از فیلتر های هوا از نمای نزدیک کاغذی هوا



نحوه نصب فیلترهای فابریک



نمای نزدیک یک فیلتر پارچه ای



تصویر میکروسکوپی از فیلترهای HEPA

